



Caractérisation de la croissance du liège dans la suberaie de M'Sila (W.Oran)

Characterization of cork growth in M'Sila cork oak stand (W.Oran)

Mohamed GHEFAR¹ & Belkheir DEHANE²

Abstract: Cork growth was characterized in the M'Sila cork oak stand, part of the production area of Oranie (North-Western Algeria). An exhaustive cork sampling was carried out on 760 productive trees coming from two cantons, one overgrown and one without undergrowth. On average, the thickness of the cork was 29.15mm, very affected in invaded stands for maquis and Aleppo pine. The annual average increase in cork for a full 8-year production cycle was 2.96mm. For this region, the 9-year production cycle is very adequate for a raw material industrial requirement. Growth in the years following cork extraction is greater and decreases during the cycle. This forest is distinguished from the other cork oak stands of Oranie by the speed of annual increments of "Iac" of 1.24.

Key words: Cork oak, cork, M'Sila, Oranie, growth index.

Résumé : La croissance du liège a été caractérisée dans la suberaie de M'Sila, faisant partie de la région de production de l'Oranie (Nord-Ouest, Algérie). Un prélèvement exhaustif du liège a été réalisé sur 760 arbres productifs provenant de deux cantons, l'un embroussaillé et l'autre sans sous bois. En moyenne, l'épaisseur du liège était de 29,15mm, très affecté dans des peuplements envahis par le maquis et le Pin d'Alep. L'accroissement annuel moyen du liège pour un cycle de production de 8 ans complets était de 2,96mm. Pour cette région le cycle de production de 9 années est très adapté aux débouchés industriels de la matière première. La croissance annuelle qui suit le déliégeage est plus grande et diminue pendant le cycle. Cette forêt se distingue des autres suberaies de l'Oranie par la rapidité des accroissements annuels soit un Iac de 1,24.

Mots clés : Chêne liège, liège, M'Sila, Oranie, indice d'accroissement.

INTRODUCTION

Le liège est un produit forestier non ligneux, typique au bassin méditerranéen ouest et aux pays de la côte atlantique de l'Europe du sud. Il est extrait périodiquement de l'écorce du chêne liège (*Quercus suber* L.). Ce dernier occupe actuellement près de 2 millions d'hectares (CIPS, 2006). Le profil toujours rentable de cette matière renouvelable la place au sommet du scénario de la forêt méditerranéenne. En utilisant seulement 20% de matière première, elle génère plus de 80% de revenus par la production des bouchons naturels qui constituent en même temps la colonne vertébrale de l'économie forestière à base de chêne-liège (VARELA, 2000).

Les propriétés mécanico-physiques et aussi chimiques du liège ont attiré l'attention depuis longtemps. Le liège est utilisé dans diverses applications, allant de la production des objets flottants aux matériaux d'isolation, en passant par les technologies liées à l'absorption d'énergie spatiale. Récemment, l'utilisation du liège comme biosorbent a également été étudiée en relation avec les métaux lourds (CHUBAR *et al.*, 2004), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (OLIVELLA *et al.*, 2011) et le pétrole (PINTOR *et al.*, 2013). Le marché des produits en liège est estimé à environ 1 milliard de dollars américains par an (GONÇALVES 2000).

La croissance annuelle du liège sur arbre est une opération physiologique qui coïncide avec l'activité du phellogène entre le mois de mars et le mois d'octobre de l'année végétative (NATIVIDADE, 1956). Dans ce contexte, plusieurs études ont été réalisées pour quantifier la croissance du liège et les facteurs qui peuvent l'influencer, par exemple, la précipitation, la température, la compétition, etc. D'ailleurs, MONTERO *et al.* (1996) et CARITAT *et al.* (1996) en ont étudié la croissance annuelle. De plus, RIBEIRO *et al.* (2003) ont modélisé et décrit la croissance cumulative du liège. Cette dernière a été aussi évaluée microscopiquement, les assises formant le même anneau de croissance présentent une différence morphométrique et de couleur.

¹ Département des Ressources Forestières, Faculté SNV-STU, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen-Algérie.
Rocade1.Email : mohamedghfr@gmail.com

² Département des Ressources Forestières, Faculté SNV-STU, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen-Algérie.
Laboratoire Gestion et Conservatoire de l'Eau, du Sol et des Forêts de la région de Tlemcen (LGCESF), Rocade1.Email : belk_dahane@yahoo.fr

Ainsi les cellules formées au début de la saison (liège de printemps) sont claires, de grande taille, et aux parois minces tandis que celles formées en fin de saison végétative (liège d'automne) apparaissent sombres, de petites dimensions et aux parois cellulaires épaisses (PEREIRA, 2007).

La dominance des assises dans l'une des deux saisons définit le type de liège produit par l'arbre. Il s'agit physiologiquement soit d'un suber à croissance rapide ou lente, ou commercialement d'un liège épais ou mince. La connaissance de ces paramètres permet de hiérarchiser les peuplements selon leurs performances productives et ainsi d'affecter à chaque suberaie les délais de récolte adéquate appelés communément « les cycles de production du liège ». Ces derniers sont ordonnés entre 9 et 10 ans pour l'exploitation du liège à croissance rapide et entre 12 et 14 ans pour celui lent (SACCARDY, 1937). En définitive, le respect des cycles de production revêt une importance capitale puisqu'il conditionne à la fois la vitalité et la capacité de l'arbre à produire le liège en quantité durant aux moins quatorze cycles de production dans la vie d'un chêne liège.

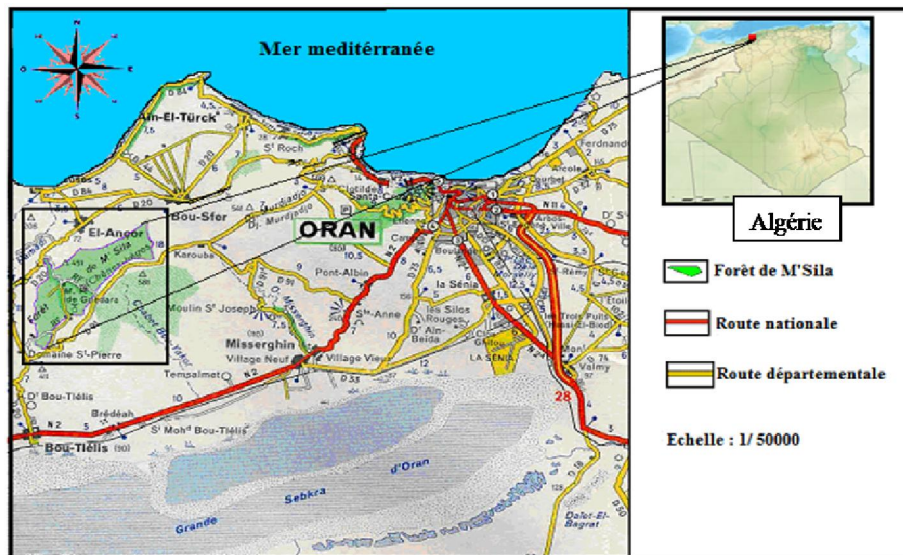


Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude

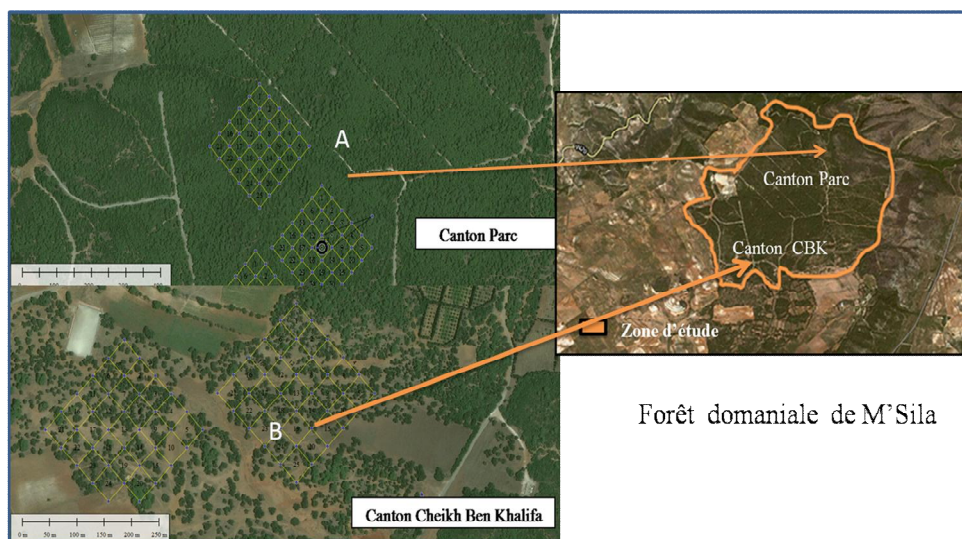


Figure 2 : Vue aérienne de la forêt de la zone d'étude (A : placettes embroussaillées ; B : placettes sans sous bois)

Techniquement, le cycle de production affecté à chaque peuplement est quantifié par rapport au calibre commercial de 27 mm obtenu après le dernier déliègeage. Selon les professionnels du liège, cette quantité assure une épaisseur suffisante pour le bouchonnage et par conséquent les différentes applications industrielles de la matière première. Ceci a mené à la récente utilisation de méthodologies d'échantillonnage où des morceaux de liège sont prélevés d'un certain nombre d'arbres pour permettre une évaluation de la production et de fixer les facteurs environnementaux favorables ou non.

Actuellement, ces normes de bonne gestion des suberaies sont défaillantes en Algérie. Effectivement les suberaies de l'extrême nord-ouest d'Algérie (principalement la forêt domaniale de M'Sila) sont abandonnées sans gestion et aménagement appropriés. Depuis les descriptions sommaires de certains auteurs français, à

l'instar de LAMEY (1893), SACCARDY (1937) et BOUDY (1955), la croissance du liège de la suberaie de M'Sila et de l'Oranie n'a jamais fait l'objet d'une analyse scientifique proprement dite. Le but de cette étude est de trouver des paramètres de croissance du liège plus facilement mesurables permettant au gestionnaire de mieux comprendre les variables réglant l'activité subéreuse, en particulier le facteur arbre.

MATERIELS ET METHODES

La suberaie de M'Sila couvre actuellement 460ha (C.F.W.O., 1996) alors qu'elle comptait jadis environ 1100 ha (BOUDY, 1955), soit une réduction de 58%. Outre le chêne-liège, essence dominante, nous y trouvons aussi des peuplements purs de Pin d'Alep issus de différents semis réalisés presque annuellement entre 1888 et 1898 à l'ouest du canton Guedara et d'autres essences secondaires telles que le cyprès, le pin maritime et l'eucalyptus, qui toutes proviennent de travaux de reboisement (DEHANE, 2012). L'échantillonnage qui a servi de base à cette étude a été réalisé à partir d'un maillage bien défini regroupant 76 placettes permanentes réparties dans deux cantons contigus. Le premier, embroussaillé, bénéficiant de mesures de protection stricte «canton Parc de M'Sila» et le second, sans sous bois, très anthropisé «canton Cheikh Ben Khalifa (CBK)». Chaque placette est caractérisée par son centre localisé au GPS. Ces unités de sondage de forme circulaire, sont matérialisées sur le terrain sur un rayon homogène de 20 m soit une superficie de 1256 m² pour chaque placette.

Uniquement les sujets porteurs de liège de reproduction situés à l'intérieur du cercle sont inventoriés et échantillonnés. Le choix des arbres dans chaque placette a été fait sur la base de la rectitude du fût, de l'absence d'anomalies de croissance du liège. Autrement dit, nous avons sélectionné les arbres présentant un parfait état sanitaire. Nous nous sommes intéressés aux seuls arbres ayant atteint l'âge d'exploitabilité (9 ans) et potentiellement valorisables (FERREIRA *et al.*, 2000) dont la hauteur d'écorçage dépasse 1,30 m. En moyenne, 10 arbres ont été choisis dans chacune des placettes présentant respectivement un total de 380 arbres-échantillons par canton. Pour la collecte du matériau au niveau de chaque arbre, une planche ou un cala de liège de 400 cm² de surface a été soigneusement prélevée à une hauteur de 1,30m du sol pendant la période de levée.

Au laboratoire, les planches bien étiquetées ont subi un bouillage pendant 1 heure, suivant la pratique industrielle de préparation du liège, puis laissées pour séchage à la température ambiante du laboratoire jusqu'à atteindre l'humidité d'équilibre de 7%. Par la suite, les calas ont été soumis un léger ponçage (les sections transversale et radiales) afin de rendre plus visible les accroissements annuels, puis suivi par un nettoyage à l'air comprimé. Afin d'identifier les cycles de production, les anneaux de croissance sont marqués au stylo fin en utilisant la loupe du Lintab 05, doté d'un micromètre gradué au 1/1000mm (DEHANE, 2012). La caractérisation de la croissance annuelle du liège est obtenue en calculant pour chaque sujet échantillonné, l'indice des accroissements (Iac) selon l'approche dendro-chronologique établie par Warren (1980): $Y_t = at^b e^{-ct} E_t$. L'ensemble des tests statistiques ont été réalisés à l'aide du programme IBM SPSS Statistics 21.

RESULTATS

Analyse du calibre du liège

L'analyse descriptive de la variable calibre du liège est mentionnée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Analyse descriptive de la croissance du liège dans les cantons CBK et Park

Canton Statistique	CBK	Parc	M'Sila (CBK+Park)
Nombre d'échantillons	380	380	760
Moyenne	32,12	27,16	29,15
Ecart-type	7,32	6,96	7,40
Médiane	32,46	27,07	28,00
Minimum	15,00	14,00	14,00
Maximum	47,87	48,00	48,00
Variance	53,58	48,47	54,88
Kurtosis	-0,41	0,07	-0,35
Asymétrie	0,26	0,68	0,44
Coefficient de variation	22,78	25,62	25,38

En se référant au tableau 1, nous constatons que pour un cycle de production de 9 ans, les épaisseurs des planches varient entre les deux cantons, soit une moyenne de l'ordre de 32,12 mm (CBK) contre 27,16 mm (Park). Ces deux moyennes (29,15mm) situent le liège de la suberaie de M'Sila comme apte au bouchonnage, si on prend en considération comme épaisseur commerciale de référence, le calibre de 27 mm (Fig.3).

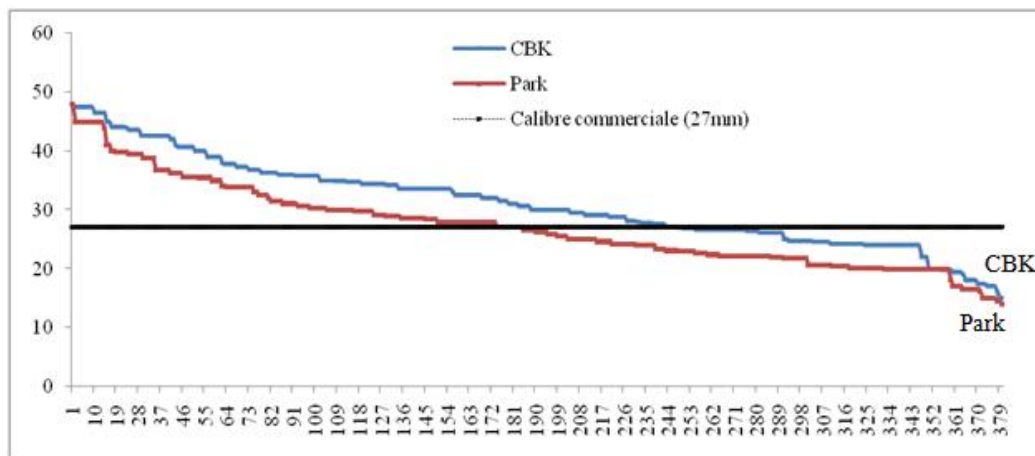


Figure 3 : Variations de l'épaisseur du liège des arbres échantillonnés ($N_{\text{par canton}} = 380$)

La figure 3 met en exergue une variation marquée entre les arbres des deux cantons soit un coefficient de variation de 25,62% (Park) contre 22,78% (CBK). Le liège bouchonnable ($> 27\text{mm}$) comptabilise 70% (CBK) contre 50% (Park). Statistiquement, nous enregistrons une différence très significative entre les épaisseurs du liège des deux cantons ($t_{\text{obs}} = 67,59$; $\text{ddl} = 379$; $p_{\text{bilatérale}} < 0,000$).

Analyse des accroissements annuels du liège

Les résultats de mesure des accroissements annuels du liège de la suberaie de M'Sila et selon les deux cantons sont illustrés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Accroissements moyens annuels, dans un cycle de production de 9 ans (8 années de croissance complète) ; entre parenthèses, l'écart type.

	CBK	Parc	M'Sila
	Croissance moyenne (mm)		
	3,47(0,34)	2,45(0,42)	2,96(0,51)
	Croissance annuelle (mm)		
1 ^{er} année	4,35(0,31)	2,90(0,28)	3,60(0,36)
2 ^{eme} année	4,29(0,32)	2,60 (0,31)	3,45(0,32)
3 ^{eme} année	3,95(0,33)	2,70(0,28)	3,30 (0,32)
4 ^{eme} année	3,4(0,29)	2,50(0,33)	2,95(0,28)
5 ^{eme} année	3,35(0,33)	2,40(0,31)	2,87(0,31)
6 ^{eme} année	3,08(0,28)	2,35(0,33)	2,75(0,34)
7 ^{eme} année	3,00 (0,30)	2,20(0,31)	2,55(0,30)
8 ^{eme} année	2,35(0,30)	2,02(0,27)	2,21(0,28)

Les résultats du tableau 2 montrent éloquentement (pour les deux cantons et ainsi pour la suberaie de M'Sila) que la croissance est plus grande l'année qui suit le déliégage et diminue plus ou moins régulièrement pendant le cycle de production. Des courbes polynomiales du second degré ont été ajustées pour caractériser l'augmentation annuelle du liège dans le cycle production de 8 années complètes. Les corrélations linéaires ont révélé des coefficients de détermination similaires (0,96 et 0,97) (Fig.4).

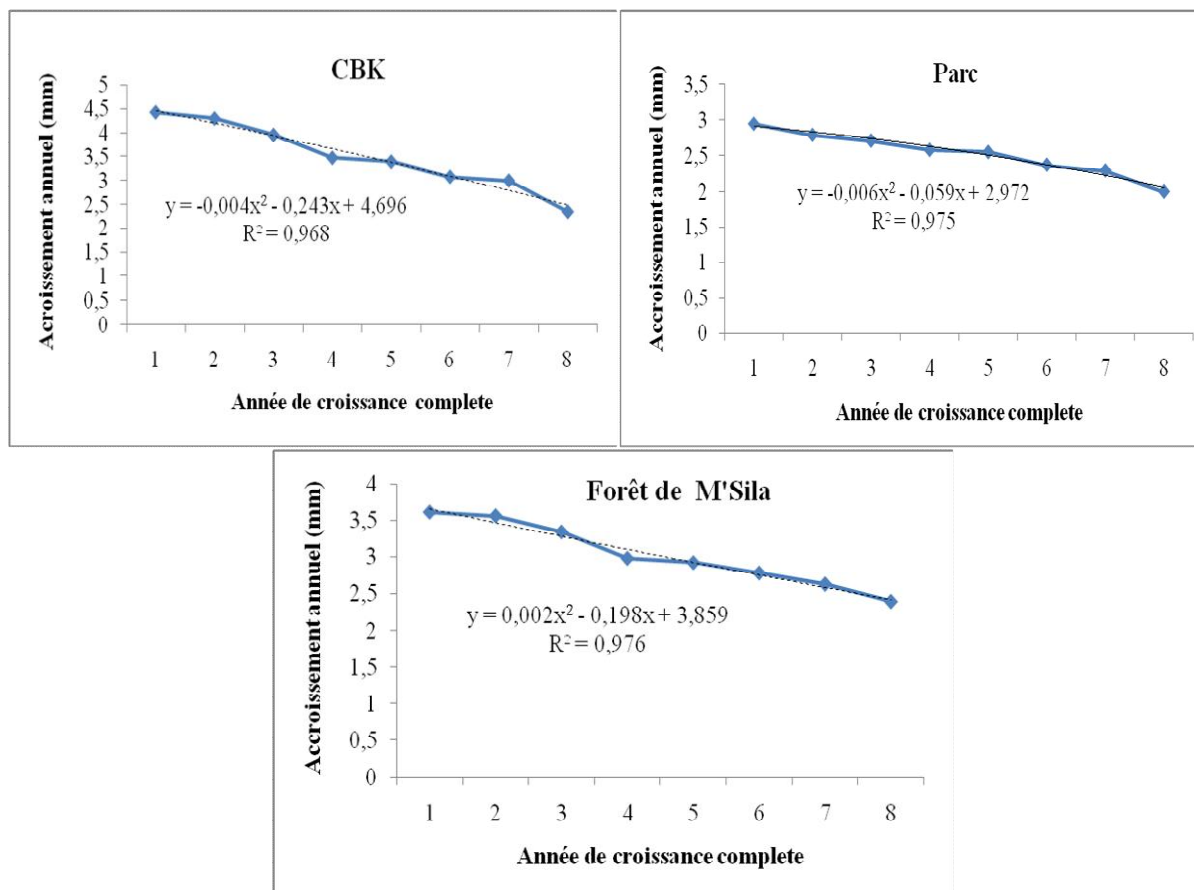


Figure 4: Ajustement mathématique entre courbe de croissance observée et théorique. Les lignes pointillées représentent les modèles quadratiques à ajustement optimal.

Rang de la croissance annuelle du liège de M'Sila

Pour mieux étayer cette caractérisation subéreuse, il nous a paru judicieux de connaître la position de cette forêt à l'échelle régionale, c'est-à-dire par rapport aux autres suberaies de l'Oranie. Pour ce faire, vingt échantillons ont été choisis au hasard de chaque canton, représentant la suberaie de M'Sila. Ces quarante échantillons ont été comparés à ceux de sept autres suberaies productives de l'extrême nord-ouest d'Algérie : (Hafir (HA), Zariéffe (ZA), Ami Moussa(AM), Tagdempt(TA), Nesmoth(NE), Bissa(BI), Beni Ouarsouss (BE). Les résultats de mesure des accroissements annuels sont répertoriés dans le tableau 3.

Tableau 3: Accroissements moyens annuels prélevés dans huit suberaies de l'Oranie, dans un cycle de production de 9 ans (8 années de croissance complète). Moyenne pour chaque provenance (l'écart type)

Croissance annuelle, mm	HA	ZA	AM	TA	NE	MS	BI	BO
1 ^{er} année	2,84 (0,11)	2,66(0,11)	2,70(0,11)	3,01(0,11)	2,85(0,11)	3,67(0,34)	2,85(0,11)	2,56(0,12)
2 ^{ème} année	2,81(0,11)	2,56(0,12)	2,46(0,13)	2,88(0,11)	2,75(0,11)	3,51(0,31)	2,65(0,11)	2,46(0,13)
3 ^{ème} année	2,77(0,11)	2,42(0,14)	2,41(0,13)	2,81(0,11)	2,66(0,12)	3,41(0,30)	2,65(0,11)	2,41(0,13)
4 ^{ème} année	2,69(0,11)	2,27(0,16)	2,36(0,14)	2,70(0,11)	2,56(0,12)	3,36(0,29)	2,51(0,11)	2,38(0,13)
5 ^{ème} année	2,60(0,12)	2,22(0,16)	2,32(0,15)	2,40(0,11)	2,49(0,13)	3,11(0,30)	2,46(0,12)	2,36(0,14)
6 ^{ème} année	2,45(0,12)	2,15(0,16)	2,27(0,15)	2,30(0,11)	2,37(0,14)	2,89(0,31)	2,41(0,13)	2,31(0,15)
7 ^{ème} année	2,35(0,13)	1,89(0,21)	2,03(0,19)	2,20(0,12)	2,27(0,14)	2,73(0,32)	2,03(0,13)	2,17(0,17)
8 ^{ème} année	2,20(0,15)	1,86(0,20)	1,88(0,21)	2,10(0,13)	2,22(0,16)	2,52(0,34)	2,07(0,19)	2,10(0,15)

En se focalisant sur le tableau 3, nous distinguons que les variations annuelles de la croissance du liège sont très marquées à l'intérieur du cycle pour les huit provenances. Les quatre premiers accroissements sont majoritaires, ils représentent en moyenne près de 45% du total du cycle. Les épaisseurs des anneaux de croissance calculées pour l'ensemble des échantillons varient significativement ($F=145,78$; $p<0,000$). Le test de Student-Newman-Keuls identifie 3 sous ensembles statiquement homogènes (Tableau.4).

Tableau 4: Le test de Student-Newman-Keuls pour la variable accroissement annuel

Provenance	N	Sous-ensemble		
		1	2	3
ZA	40	2,25		
AM	40	2,30		
BO	40	2,34		
BI	40		2,45	
NE	40		2,50	
HA	40		2,58	
TA	40		2,55	
MS	40			3,15
Sig.		0,073	0,187	1,000

Alpha =0 ,05.

Du tableau 4, nous déduisons que la suberaie de M'Sila forme un sous ensemble entier en se démarquant clairement des autres forêts de l'Oranie. Cette démarcation est imputée aux indices d'accroissements et à leur rythme de croissance rapide (Tableau.5).

Tableau 5: Valeurs moyennes des indices d'accroissements et leur rythme de croissance analogue

Provenance	Indice d'accroissement (Iac)	Rythme de croissance
AM	0,91(0,33)	Faible
BI	0,94(0,32)	Moyen
BO	0,92(0,32)	Faible
HA	1,02(0,38)	Moyen
MS	1,24(0,42)	Rapide
NE	0,99(0,31)	Moyen
TA	1,04(0,38)	Moyen
ZA	0,87(0,31)	Faible

Du tableau 5, il apparaît clairement que les indices d'accroissement des échantillons de M'Sila sont nettement supérieures voire rapides, ceci est corroboré par un Iac de l'ordre de 1,24

DISCUSSION

La première quantification de la croissance du liège de reproduction dans la suberaie de M'Sila nous a permis de constater que les arbres échantillons produisent moins dans les placettes embroussaillées, soit une réduction de 17%. Ce déclin en activité subéreuse est fortement liée au maquis haut et dense qui peut atteindre 6 m de hauteur, composé de bruyères arborescentes (*Erica arborea* L.), de la Filaire (*Phillyrea angustifolia*). A

cela s'ajoute la concurrence accrue du Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) qui supprime le chêne liège en le privant de lumière et de réserves en eau. D'ailleurs, l'enrésinement et l'excès d'ombre sont fréquemment évoqués en littérature de chêne liège, ces deux facteurs créant un déséquilibre morphométrique pour le chêne liège en le conduisant inévitablement au dépérissement (ZERAIA, 1981 ; ORGEAS, 1997). Selon ces deux auteurs, dans les suberaies humides et denses, la production en liège est inférieure à celle du bois de 18,5 %. Sur les sites plus secs, ensoleillés et exposés au sud, la tendance est inverse et le liège dépasse de 13,5% la production annuelle de bois.

Globalement, pour un cycle homogène de production de 9 ans, l'épaisseur cumulée moyenne de 29,15mm situe le liège de la suberaie de M'Sila comme apte au bouchonnage. Pour ce qui des mesures des accroissements annuels du liège, une série de constatations a été confirmée par rapport à d'autres études précédentes (NATIVIDADE, 1956 ; COSTA *et al.*, 2002 ; FORTES *et al.*, 2004): les épaisseurs maximales des anneaux de croissance se produisent dans le premier accroissement complet qui suit la levée et se réduisent significativement après le quatrième anneau. Ces quatre premiers cerneaux représentent 45% de la production subéreuse en 9 années complètes, tandis qu'au sein du liège portugais ce taux avoisine 75% dans le même cycle de production (PEREIRA & TOME, 2004).

La comparaison du liège de M'Sila par rapport au liège d'Oranie, confirme la supériorité de l'activité subéreuse de cette entité, soit un « Iac » de l'ordre de 1,24 ; caractérisant un rythme annuel de croissance rapide. En effet, cette suberaie constitue en même temps la région la plus productive dans l'ouest Algérien avec une moyenne annuelle de l'ordre de 1000 qx/an. Dans cette forêt, les peuplements sur lesquels a été réalisé l'échantillonnage ressemblent plus à la Dehesa Espagnole, bénéficiant d'une humidité maritime constante de 60%.

CONCLUSION

Pour la suberaie étudiée, l'épaisseur moyenne de 29,15 mm et l'accroissement moyen annuel de liège de 2,96 mm avec un cycle de production de 8 ans complets, se sont montrés bien adaptés aux débouchés industriels pour la bouchonnerie. La superposition de l'activité subéreuse du chêne liège de la forêt de M'Sila aux autres suberaies de l'Oranie confirme l'effet prépondérant de l'arbre comme source de la variation. Globalement, nous pouvons confirmer que pour une meilleure caractérisation de la croissance dans la région étudiée, la composante environnementale, géographique et même le mode de gestion doit être pris en considération, parallèlement au composant arbre.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUDY P.,1955. Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences. Tome II. Fascicule 1. Larose Ed. Paris. 525p.
- C.F.W.O., 1996 : Conservation des Forêts de la wilaya d'Oran : Présentation général. *Dir. Gén. For., Min., Agri.*, juin 1996.24p.
- CARITAT A., MOLINAS M. & GUTIERREZ E., 1996. Annual cork-ring width variability of *Quercus suber* L. in relation to temperature and precipitation (Extremadura. southwestern Spain). *For. Ecol. Manage.* 86:113-120.
- CHUBAR N., CARVALHO J.R. & CORREIRA M.N.J.,2004.Cork biomass as biosorbent for Cu(II).Zn(II) and Ni(II). *ColloidSurf A230* (1-3)57-65. DOI: 10.1016/j.colsurfa. 2003.09.014.
- CIPS. 2008.Code Internationale des Pratiques Subericoles. Projet SUBERVIN.12p.
- COSTA A., PEREIRA H. & OLIVEIRA A.,2002. Influence of climate on the seasonality of radial growth of cork oak during a cork production cycle. *Ann. For. Sci.* 59 : 437- 429.
- DEHANE B., 2012. Incidence de l'état sanitaire du chêne liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux suberaies oranaises : M'Sila (w.Oran) et Zariéffet (w.Tlemcen). Thèse. Doct. Dept. Forest. Fac.Sci.. Univ.Tlemcen. 293 p.
- FERREIRA, A. LOPES, F. & PEREIRA, H., 2000. Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. *Ann. For. Sci.* 57: 187-193.
- FORTES M.A., ROSA M.E. & PEREIRA H., 2004.Cortica. Editora IST Press. Lisbon
- GGA .1927. Instruction sur les travaux d'exploitations dans les forêts de chêne liège. Imp. Veuve D.Braham. Costantine.98p.
- GONCALVEZ E., 2000. The cork report: a study of the economics of cork. RSPB. Sandy. Bedfordshire.
- LAMEY A.,1893. Chêne liège : sa culture et son exploitation. Levraut et Cie.Nancy.. p.168-209.
- MONTERO G., TORRES E., CANELLAS I. & Ortega C.,1996. Modelos de producción de corcho para alcornoques. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales.* 5: 97-127.
- NATIVIDADE J.V.,1956. Subericulture.Ecolenational des eaux et des forêts.Nancy. 281p.
- OLIVELLA M.A., SEN A., PEREIRA H., VILLAESCUSA I. & FIOL N.,2011. Sorption performance of *Quercus cerris* with polycyclic aromatic hydrocarbons and toxicity testing. "*Bioresources.* (3):3363-3375.

- ORGEAS G.,1997. Dynamique des nutriments de *Quercus suber* L. et production de liège en relation avec les variables environnementales- le cas des massifs des Maures (Var). Thèse de doctorat en sciences de l'Université de Provence, Aix-Marseille I, 213 pages.
- PEREIRA H., 2007. Cork : Biology, Production and Uses. Elsevier.Ed.Oxford. UK.329p.
- PINTOR A., SILVESTER-ALBERO A.M., FERREIRA C. & BOTELLO C.M.S., 2013. Textural and surface characterization of Cork-Based sorbents for the removal of oil from water. *Ind.Eng.Chem.Res.*52(46).DOI:10.1021/ie402038n.
- RIBEIRO N.A., OLIVEIRA A.C., PRETSCH H. & SUROVY' P.,2003.Growth simulation and sustainability of cork oak stands. In: Amaro A. Reed D. Soares P (eds) Modelling forest systems. CABI Publishing. Wallingford. UK. p. 259–267.
- SACCARDY L.,1937. Notes sur le chêne liège et le chêne en Algérie. Bulletin de la station de recherches forestières (du nord de l'Afrique). *Ed.Service des forêts.*2(3) : 273-363.
- VARELA M.C., 2000. Evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies. Handbook of the Concerted Action. FAIR 1 CT 95- 0202. 127p.
- WARREN W.G.,1980. On removing the growth trend from dendrochronological. data. *Tree-Ring Bull.* 40:35-44.
- ZERAIA, L.,1982. Le chêne-liège. Phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité dans les forêts de chêne-liège de provenance cristalline (France méridionale et d'Algérie). Extrait de la thèse de doctorat d'Etat, 166 pages.